

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-202023

(43)Date of publication of application : 19.07.2002

(51)Int.Cl.

F02M 51/06

F02M 47/00

F02M 61/16

F16K 31/02

F16K 31/42

(21)Application number : 2000-400086

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 28.12.2000

(72)Inventor : ITO TOSHIHIKO

KUROYANAGI MASATOSHI

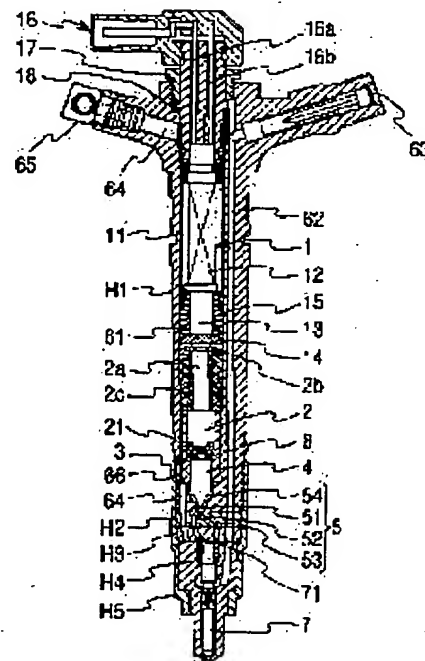
HAYASHI TETSUSHI

## (54) PIEZOELECTRIC-ACTUATOR DEVICE AND FUEL INJECTION VALVE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a piezoelectric actuator device capable of restraining absorption of displacement in transmitting the displacement, and effectively converting the generated displacement to oil pressure in a mechanism for mechanically transmitting the displacement of a piezo-stack through a plurality of members and converting the same to oil pressure.

**SOLUTION:** A piezo-stack 12 and a rod 13 are stored in a cylindrical easing 11 having both ends closed, and the displacement of the piezo-stack 12 is transmitted to a large-diameter piston 2 at the lower end of the easing 11 through a discoidal member 14 forming the bottom of the easing 11, whereby the large-diameter piston 2 is reciprocated to increase and decrease the pressure in a displacement enlarging chamber 3. The large-diameter piston 2 is energized toward the easing 11 by a coil spring 2c provided in the periphery of a small-diameter part 2a of the upper half part of the large-diameter piston 2, and this energizing force applies compressive pre-load to the piezo-stack 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-202023

(P2002-202023A)

(43)公開日 平成14年7月19日(2002.7.19)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\*(参考)

F 0 2 M 51/06  
47/00

F 0 2 M 51/06  
47/00

N 3 G 0 6 6

A 3 H 0 5 6

F 3 H 0 6 2

61/16

61/16

G

F 1 6 K 31/02

F 1 6 K 31/02

A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-400086(P2000-400086)

(22)出願日

平成12年12月28日(2000.12.28)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 猪頭 敏彦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 黒柳 正利

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74)代理人 100067596

弁理士 伊藤 求馬

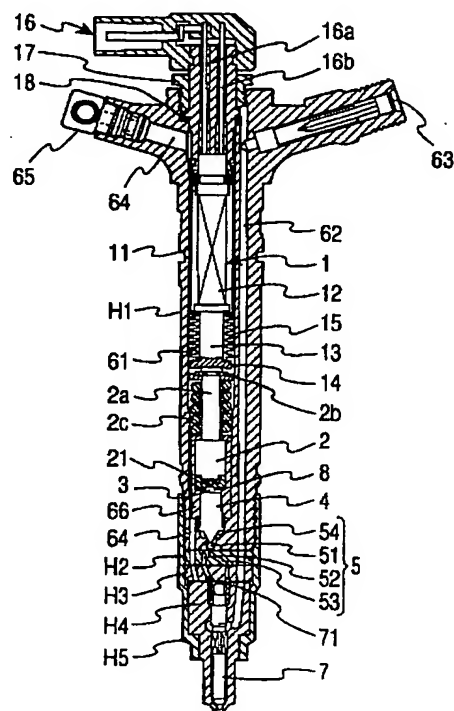
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電アクチュエータ装置と燃料噴射弁

(57)【要約】

【課題】 ピエゾスタックの変位を複数の部材を介して機械的に伝達し、油圧に変換する機構において、変位伝達の際の変位の吸収を抑制し、発生する変位を有効に油圧変換できる圧電アクチュエータ装置を得る。

【解決手段】 両端閉鎖の円筒状ケーシング11内にピエゾスタック12とロッド13を収納し、ケーシング11の底面となる円盤状部材14を介してケーシング11下端の大径ピストン2にピエゾスタック12の変位を伝達し、大径ピストン2を往復動させて変位拡大室3内の圧力を増減させる。大径ピストン2上半部の細径部2a周りに設けたコイルスプリング2cにより大径ピストン2をケーシング11方向に付勢するとともに、この付勢力によってピエゾスタック12に圧縮予荷重を付与する。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 両端閉鎖の筒状ケーシング内に收容される圧電アクチュエータの伸縮変位を上記ケーシングの一端側に設けたピストン部材に伝達し、該ピストン部材の往復動に伴い流体室内の圧力を増減させる圧電アクチュエータ装置であって、上記ピストン部材を上記ケーシング方向に付勢するとともに、上記圧電アクチュエータを圧縮方向に付勢してこれに予荷重を付与するバネ部材を設けたことを特徴とする圧電アクチュエータ装置。

【請求項2】 上記圧電アクチュエータが、ピエゾスタックとその一端側に当接して変位を伝達するロッドとなり、該ロッド外周の上記ケーシング壁を伸縮可能なフレキシブル形状に成形した請求項1記載の圧電アクチュエータ装置。

【請求項3】 上記ケーシングの上記一端側の端面と、これに当接する上記ピストン部材側の端面のうちの一方を凹面、他方を凸面として、凹凸曲面にて当接させた請求項1または2記載の圧電アクチュエータ装置。

【請求項4】 上記圧電アクチュエータに必要な予荷重の大半が、上記バネ部材によって与えられる請求項1ないし3のいずれか記載の圧電アクチュエータ装置。

【請求項5】 上記バネ部材が、矩形断面の線材で形成されたコイルスプリングである請求項1ないし4のいずれか記載の圧電アクチュエータ装置。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれか記載の圧電アクチュエータ装置を備え、上記圧電アクチュエータの伸縮変位を上記ピストン部材に伝達して上記流体室内の圧力を増減させるのに伴い、ノズルニードルを昇降させて燃料噴射の開始・停止を行うことを特徴とする燃料噴射弁。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関の燃料噴射システムに用いられる圧電アクチュエータ装置および燃料噴射弁に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ディーゼルエンジン等に高圧燃料を噴射するために、近年、圧電アクチュエータを用いた油圧駆動式の燃料噴射弁を用いることが検討されている。かかる燃料噴射弁は、一般に、圧電アクチュエータの変位を油圧ピストンに伝達し、該油圧ピストンの往復動に伴い油圧室内の圧力を増減させて、該油圧により直接、あるいは油圧バルブを介して間接的にノズルニードルを駆動している。圧電アクチュエータは、圧電材料を多数積層してなるピエゾスタックを主要部として備え、各層間に介設される電極に通電することによって伸縮し、変位を発生する。

【0003】 ここで、ピエゾスタックの使用に際しては、破損を防止する目的で圧縮力を付与することが、一般に行われている。例えば、ピエゾスタックの両端面間

2

を相互に緊締する予荷重ばねエレメントを設けた圧電アクチュエータが、特表2000-506590号公報に記載されているが、ピエゾスタックの周囲に予荷重ばねエレメントが配置されるため、外径が大きくなりやすい。また、ピエゾスタックの電極のマイグレーション等を防止するために、ピエゾスタックをケーシング内に収納して外気から遮断することが知られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 一方、本発明者等は、ピエゾスタックを、その変位を伝達する部材としてのロッドとともに円筒状ケーシング内に収納し、さらに、ロッド周りの円筒状ケーシングの一部をベローズ状に成形することを検討した。この構成では、ベローズによってピエゾスタックに圧縮力を付与することができ、また、小径のロッド周りに変位に追従して伸縮するベローズを配置することにより、圧電アクチュエータ外径を小さくし、全体をコンパクトにすることが可能になる。

【0005】 ところが、このように構成された圧電アクチュエータの一端側に油圧ピストンを配設し、油圧ピストンに伝達された変位を油圧に変換する機構を採用した場合、以下のような問題が生じる。すなわち、圧電アクチュエータの作動時、ピエゾスタックで発生する変位は、第一にピエゾスタックとロッドとの当接部で一部吸収され、第二にロッドとケーシングの底面構成部材との当接部で一部吸収され、第三にケーシングの底面構成部材と油圧ピストンとの当接部で一部吸収されてしまう。ピエゾスタックの変位は微少であるため、部材間の当接により変位が吸収されてしまうと、油圧室への変位の伝達が妨げられ有効に油圧変換されない、という不具合がある。

【0006】 そこで、本発明は、ピエゾスタックの変位を複数の部材を介して機械的に伝達し、油圧に変換する機構において、変位伝達の際の変位の吸収を抑制し、発生する変位を有効に油圧変換することのできる圧電アクチュエータ装置およびこれを用いた燃料噴射弁を実現することを目的とする。また、ピエゾスタックに必要な圧縮力を容易に付与し、圧電アクチュエータ装置の信頼性を高めることを他の目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1の圧電アクチュエータ装置は、両端閉鎖の筒状ケーシング内に収納される圧電アクチュエータの伸縮変位を上記ケーシングの一端側に設けたピストン部材に伝達し、該ピストン部材の往復動に伴い流体室内の圧力を増減させるものであり、上記ピストン部材を上記ケーシング方向に付勢するとともに、上記圧電アクチュエータを圧縮方向に付勢してこれに予荷重を付与するバネ部材を設けたことを特徴とする。

【0008】 上記構成によれば、上記バネ部材の付勢力によって上記ピストン部材と上記ケーシング、さらに上

(3)

3

記ケーシングと上記圧電アクチュエータとの間の接触圧を高めて、これらの当接部での変位の吸収を最小限に抑制することができる。また、この付勢力が同時に上記圧電アクチュエータに圧縮方向の予荷重を与えるので、必要な圧縮力を容易に得ることができ、コンパクトで信頼性の高い圧電アクチュエータ装置が得られる。

【0009】請求項2の発明では、上記圧電アクチュエータが、ピエゾスタックとその一端側に当接して変位を伝達するロッドを上記ケーシング内に収納してなり、該ロッド外周の上記ケーシング壁を伸縮可能なフレキシブル形状に成形する。

【0010】上記ケーシング壁の一部をフレキシブル形状に成形することで、上記圧電アクチュエータに追従して容易に伸縮可能となり、また、この一部をロッド外周に配することで、外径の大型化が回避できる。

【0011】請求項3の発明では、上記ケーシングの上記一端側の端面と、これに当接する上記ピストン部材もしくは上記ピストン部材と一体に連結する部材の端面のうちの一方を凹面、他方を凸面として、凹凸曲面にて当接させている。

【0012】この構成では、上記ケーシングと上記ピストン部材の軸にずれが生じて、当接面を凹凸曲面とすることで、自動調心が可能であり、ピエゾスタックに偏心荷重がかかるのを防止できる。

【0013】請求項4の発明では、上記圧電アクチュエータに必要な予荷重の大半が、上記バネ部材によって与えられるものとする。上記ピストン部材を付勢する上記バネ部材によって上記圧電アクチュエータに必要な予荷重を与えることによって、構成が簡易になる。

【0014】請求項5の発明では、上記バネ部材が、矩形断面の線材で成形されたコイルスプリングとする。バネ定数の大きな矩形断面のバネを用いることにより、上記圧電アクチュエータへの圧縮力を大きくすることができる。

【0015】請求項6の発明は、請求項1ないし5のいずれか記載の圧電アクチュエータ装置を備えた燃料噴射弁であり、上記圧電アクチュエータの伸縮変位を上記ピストン部材に伝達して上記流体室内の圧力を増減させるのに伴い、ノズルニードルを昇降させて燃料噴射の開始・停止を行う。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明をディーゼルエンジンのコモンレール噴射システムに適用した第1の実施の形態について説明する。図1に本発明のアクチュエータ装置を備えた燃料噴射弁の全体構成を示す。図中、燃料噴射弁は、圧電アクチュエータ1が収容されるハウジングH1の下端に、流路形成部材H2、H3を介してノズルボディH4を配設し、リテーナH5で油密に固定してなる。ハウジングH1内には、上下方向に高圧燃料通路62が形成され、上側部に突設した燃料導入管63を介

4

して、外部のコモンレール（図略）に連通している。ハウジングH1上側部には、また、ドレーン通路64に連通する燃料導出管65が突設され、燃料導出管65から流出する燃料は、燃料タンク（図略）へ戻される。

【0017】ハウジングH1は略円柱状で、中心軸に対し偏心する縦穴61内に、上記圧電アクチュエータ1を収容する金属製の薄肉円筒状ケーシング11が脱着可能に挿通配設されている。縦穴61は、高圧燃料通路62の側方に平行に設けられ、ドレーン通路64は、縦穴61とケーシング11との間の隙間を経由してさらに下方に延びている。圧電アクチュエータ1は、ともにケーシング11内に収納されるピエゾスタック12およびピエゾスタック12の下端面に当接して一体に上下動するロッド13を有している。ロッド13の径はピエゾスタック12よりも小径となっており、ロッド13外周を取り巻くケーシング11下端部筒壁は伸縮可能に折曲成形されてベローズ15となっている。この時、ベローズ15の外径がケーシング11本体部の外径と略同一となるようにする。

【0018】ベローズ15の下端縁は、ケーシング11の底面を構成する円盤状部材14の外周に溶接固定されており、円盤状部材14の上面はロッド13の下端面に当接している。これにより、円盤状部材14は、ケーシング11の一端（下端）側を閉鎖するとともに、変位伝達部材として機能し、圧電アクチュエータ1の変位をピストン部材である大径ピストン2に伝達する。ベローズ15は、圧電アクチュエータ1の変位に追従して上下方向に伸縮することにより円盤状部材14を変位可能となすとともに、ピエゾスタック12に圧縮方向の予荷重を与える。この圧縮力は必要な予荷重の一部であり、その大半は後述するコイルスプリング2cによって与えられる。また、ロッド13は下端面を凸型の曲面形状に成形してあり、一方、これに当接する円盤状部材14の上面中央部は凹型の曲面形状に成形してあって、凹凸曲面にて当接させることにより自動調心を可能にしている。この時、ロッド13下端面の曲率半径は、円盤状部材14上面の曲率半径よりも僅かに小さくして接触面積を確保している。

【0019】大径ピストン2は、上半部の径が細くしており、この細径部2aの頂面が円盤状部材14の下面に当接している。同様に、細径部2aの頂面も凸型の曲面形状に成形してあり、これに当接する円盤状部材14の下面を凹型の曲面形状に成形することにより、凹凸曲面にて当接させている。曲率半径は、細径部2a側が円盤状部材14側より僅かに小さくなるようにする。このように、円盤状部材14とロッド14、細径部2aとをいずれも曲面で当接させるのは、組付け時等に軸のずれが生じて自動調心可能として、ピエゾスタック12に偏心荷重がかかって破損するといった不具合を防止するためである。

(4)

5

【0020】大径ピストン2の細径部2a周りには、バネ部材としてのコイルスプリング2cが配設されている。コイルスプリング2cは、細径部2aの上端部外周に嵌着固定したリング状部材2bを上方に付勢しており、このリング状部材2bを介してスプリング力が大径ピストン2に作用し、大径ピストン2を圧電アクチュエータ1方向に付勢している。このコイルスプリング2cの付勢力は、円盤状部材14およびロッド13を介してピエゾスタック12にも作用して、ピエゾスタック12の圧縮力となっている。従って、コイルスプリング2cの圧縮力とベローズ15によって与えられる圧縮力の和が、ピエゾスタック12に必要な所定の予荷重となるように、これら付勢力を設定すればよい。

【0021】さらに、コイルスプリング2cの付勢力は、変位を伝達する各部材間、すなわち、大径ピストン2と円盤状部材14、円盤状部材14とロッド13、ロッド13とピエゾスタック12の間の接触圧をそれぞれ高める作用を有する。従って、ピエゾスタック12の変位が大径ピストン2まで伝達される際の損失(変位の吸収)を最小限に抑制し、変位を有効に伝達させる。

【0022】ピエゾスタック12は、ケーシング11の上端に固定したコネクタ部16のリード線16a、16bに接続され、また、外周に絶縁部材(図略)を配設してケーシング11との間の絶縁を確保している。ケーシング11は、コネクタ部16の外周に配したリテーニングナット17を締め付けることによって縦穴61の上端に固定される。コネクタ部16外周のフランジ部と縦穴61の段付部の間には、リング状のシム18が介設されてこれらの間をシールするとともに、ケーシング11の取付け高さの調整を行っている。

【0023】大径ピストン2の下方には、流体室としての変位拡大室3と小径ピストン4が、同軸的に設けられ、小径ピストン4によって、3方弁5の弁体51を駆動するようになっている。大小ピストン2、4は、これらの外径に対応する2つの異なる内径を有するシリンダ部材66内に摺動自在に配設され、変位拡大室3は、大小ピストン2、4間に形成される空間に、作動流体となる燃料を充填することにより形成される。変位拡大室3は、ピエゾスタック12の変位を油圧変換し、大小ピストン2、4の径差によって拡大して、小径ピストン4に伝達する。

【0024】3方弁5は、ノズルニードル7の背圧室71への連通路52を、高圧通路53または低圧通路54に選択的に連通させることにより、背圧室71の圧力を増減する。高圧通路53は高圧燃料通路62に、低圧通路54はドレーン通路64にそれぞれ連通している。ピエゾスタック12が通電により伸長すると、その変位が大径ピストン2に伝えられ、変位拡大室3の燃料圧力を利用して変位を拡大して小径ピストン4に伝える。これにより、小径ピストン4とともに弁体51が下降する

6

と、低圧通路54が開放されて、背圧室71内の燃料が3方弁5からドレーン通路64に流出し、ノズルニードル7が上昇して燃料が噴射される。一方、通電を終了して、ピエゾスタック12を収縮させると、大径ピストン2が上昇するのに伴い、小径ピストン4が上昇し、次いで弁体51が高圧通路53の燃料圧で上昇して、背圧室71に高圧燃料通路62から高圧燃料が流入し、ノズルニードル7を下降させる。

【0025】大径ピストン2の下端部には、逆止弁21が一体に設けられている。逆止弁21は、大径ピストン2の下端部外周に固定される断面凹状の逆止弁ホルダ内にプレート状の弁体と、該弁体を大径ピストン2側に付勢する皿バネを保持してなる。弁体は、大径ピストン2内に設けられドレーン通路64に連通する通路を開閉するもので、逆止弁ホルダの中央には、その内外を連通させる貫通穴が設けられる。燃料リーク等により、変位拡大室3内の圧力が低下すると弁体が開弁し、ドレーン通路64から大径ピストン2内の通路を経て変位拡大室3へ燃料が補充される。これにより、変位拡大室3内の気泡の発生等を防止することができる。

【0026】なお、変位拡大室3内には、小径ピストン4の上方への移動量を所定範囲に規制するストッパ8が配してある。ストッパ8は、中央の穴径が小径ピストン4の外径より小さいリング状部材よりなり、変位拡大室3内に圧入固定される。また、ストッパ8中央の穴は、燃料の流通によって小径ピストン4の振動を減衰するダンパ部としても機能する。この時、リング状部材8の上端面は、大径ピストン2と干渉しない位置にあり、その駆動を妨げることはない。

【0027】上記構成において、ピエゾスタック12の変位は、ロッド13、円盤状部材14、大径ピストン2の複数の部材を用いて機械的に伝達され、変位拡大室3で油圧変換される。ここで、本実施の形態では、これら複数の部材の最終段の部材、すなわち、大径ピストン2をピエゾスタック12方向へ付勢するコイルスプリング2cを設けたので、この付勢力によって、ピエゾスタック12に必要な所定の予荷重の大半を与えることができるとともに、各部材間の接触圧を高めて、変位伝達の際の損失を抑制し、ピエゾスタック12の変位を効率よく伝達することができる。また、ピエゾスタック12とロッドを密閉されたケーシング11内に収納したので、外気や作動油から容易に遮断することができ、さらに、小径のロッド13の周囲にベローズ15を配置したので、外径が大きくなることもない。従って、発生する変位を有効に伝達してノズルニードルを駆動し、コンパクトかつ信頼性に優れる燃料噴射弁が得られる。

【0028】ここで、上記第1の実施の形態では、図1のように、コイルスプリング2cを構成する線材を円形断面としたが、図2に示すように、矩形断面の線材を用いてコイルスプリング2cを成形することもできる。一

50

(5)

7

般に、ピエゾスタック12に要求される圧縮付勢力は、信頼性の面から、ピエゾスタック12が発生する力の半分程度と考えられており、通常の燃料噴射弁では約500Nに達する。これを円形断面のコイルスプリングで確保しようとする、コイルスプリングの体格が大きくなるおそれがある。このような場合には、図2に示す矩形断面のコイルスプリング2cを用いることが望ましく、体格を大きくすることなく、必要な付勢力を得ることができる。

【0029】上記実施の形態では、流体室としての変位拡大室の油圧の増減により、小径ピストンを介して3方弁を駆動する構成としたが、3方弁を用いず、油圧の増減により直接ノズルニードルを駆動する構成とすることもできる。あるいは、3方弁に代えて2方弁を用いてノズルニードルを開閉する構成としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における燃料噴射弁の全体断面図である。

【図2】コイルスプリング形状の他の例を示す図である。

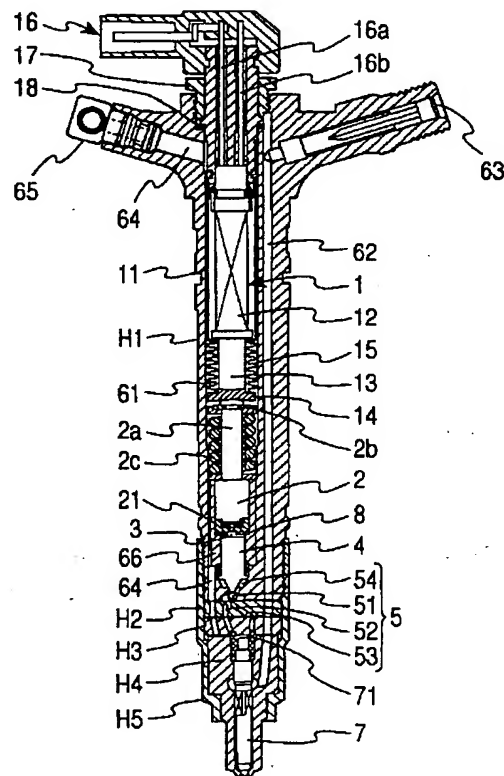
【符号の説明】

H1 ハウジング

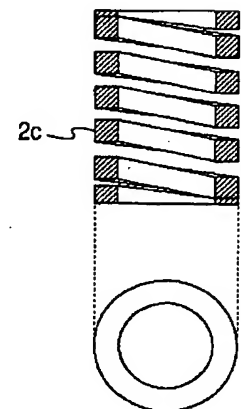
8

- 1 圧電アクチュエータ
- 11 ケーシング
- 12 ピエゾスタック
- 13 ロッド
- 14 円盤状部材
- 15 ベローズ
- 2 大径ピストン（ピストン部材）
- 2a 細径部
- 2b リング状部材
- 2c コイルスプリング（バネ部材）
- 21 逆止弁
- 3 変位拡大室（流体室）
- 4 小径ピストン
- 5 3方弁
- 51 弁体
- 61 縦穴
- 62 高圧燃料通路
- 63 導入管
- 64 ドレイン通路
- 65 導出管
- 7 ノズルニードル
- 71 背圧室

【図1】



【図2】



(6)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テームコード (参考)

F 1 6 K 31/42

F 1 6 K 31/42

A

(72) 発明者 林 哲史

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

Fターム (参考) 3G066 AA07 AB02 AC09 AD07 BA18

BA46 CC01 CC06T CC06U

CC08T CC08U CC14 CC51

CE13 CE27

3H056 AA01 BB01 CA01 CB03 CD02

CD06 DD10 GG11 GG18

3H062 AA02 AA12 BB33 CC05 DD11

FF41 HH03 HH10